

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Domagoj Šejatović

Diplomski studij Ekološka poljoprivreda

**INSEKTICIDNA DJELOTVORNOST FORMULACIJA NA BAZI
INERTNIH PRAŠIVA I BILJNIH SUPSTANCI NA RIŽINOG ŽIŽKA
(*Sitophilus oryzae* L.)**

Diplomski rad

Osijek, 2017.

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Domagoj Šejatović

Diplomski studij Ekološka poljoprivreda

**INSEKTICIDNA DJELOTVORNOST FORMULACIJA NA BAZI
INERTNIH PRAŠIVA I BILJNIH SUPSTANCI NA RIŽINOG ŽIŽKA
(*Sitophilus oryzae* L.)**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

Izv. prof. dr. sc. Anita Liška, predsjednik

Prof. dr. sc. Vlatka Rozman, mentor

Izv. prof. dr. sc. Renata Baličević, član

Osijek, 2017.

ZAHVALA:

Istraživanje ovog diplomskog rada provedeno je u sklopu znanstveno istraživačkog projekta pod naslovom „Razvoj formulacija novih prirodnih insekticida na osnovi inertnih prašiva i botaničkih insekticida te njihovih kombinacija kao zamjena za sintetske konvencionalne insekticide“ (IP-11-2013-5570) odobren i financiran od strane Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ).

Zahvaljujem se svojoj mentorici prof. dr. sc. Vlatki Rozman i voditeljici mog diplomskog rada prof. dr. sc. Aniti Liški koje su mi svojim strpljenjem, pomoći, vodstvom i stručnim savjetima pomogle u izradi ovog diplomskog rada.

Hvala mojoj obitelji i djevojci na strpljenju i podršci tijekom studiranja, pogotovo u trenucima kada je to bilo teško.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	2
2.1. Skladištenje ratarskih proizvoda	2
2.1.1. Zaštita uskladištenih poljoprivrednih proizvoda integriranim pristupom	4
2.2. Skladišni štetnici.....	5
2.2.1. Rižin žižak (<i>Sitophilus oryzae</i> L.)	6
2.3. Primjena inertnih prašiva.....	8
2.3.1. Podjela inertnih prašiva	8
2.4. Dijatomejska zemlja	9
2.4.1. Važnost dijatomejske zemlje.....	10
2.5. Primjena botaničkih insekticida	12
3. MATERIJAL I METODE RADA	16
3.1. Materijal rada	16
3.2. Metode rada.....	17
4. REZULTATI.....	20
5. RASPRAVA.....	25
6. ZAKLJUČAK	26
7. POPIS LITERATURE	27
8. SAŽETAK.....	29
9. SUMMARY	30
10. POPIS TABLICA.....	31
11. POPIS SLIKA	31
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	32
BASIC DOCUMENTATION CARD	33

1. UVOD

Skladištenje, spremanje ili čuvanje poljoprivrednih proizvoda predstavlja krajnji zahvat u cjelokupnom procesu poljoprivredne proizvodnje. Kako je važno znati pravilno proizvesti žitarice, jednako je važno i pravilno ih sačuvati do trenutka njihove uporabe.

Barčić i Maceljčki (2002.) navode da u Republici Hrvatskoj štetočinje smanjuju poljoprivrednu proizvodnju za 29,2% potencijalnog prinosa u vrijednosti oko 500 milijuna USD godišnje. Štetni kukci prouzroče gotovo jednu trećinu toga smanjenja, dok preostale dvije trećine prouzroče korovi i bolesti. Oerke i suradnici (1994.) navode da su globalni gubici koje uzrokuju štetočinje 42,1%, a gubici u Europi iznose 28%. Osim toga što smanjuju prirodu, štetočinje smanjuju i samu kakvoću poljoprivrednih proizvoda, te ograničavaju njihov promet i distribuciju u svijetu.

Porast ekoloških spoznaja te svijest građana, uočavanje velikog niza popratnih pojava sredstava za zaštitu bilja, posljedica su polaganog uzmicanja korištenja „ere kemije“ i početka nove „ere ekologije“ (Barčić i Maceljčki, 2002.)

Ekološki prihvatljive mjere zaštite bilja su one mjere koje uz pravilnu primjenu nisu opasne za ljude i korisne organizme, koje ne onečišćuju (ili vrlo kratkotrajno onečišćuju – nikada ne zagađuju) okoliš, koje minimalno narušavaju uspostavljenu ravnotežu organizama te što manje negativno djeluju na raznolikost vrsta u prirodi (Barčić i Maceljčki, 2002.)

Barčić i Maceljčki (2002.) smatraju da ekološki prihvatljivim mjerama gledajući dugoročno, postizemo bolji uspjeh, makar one mogu biti manje učinkovite od ostalih mjera. Postoje mjere zaštite bilja koje su ili mogu biti ekološki prihvatljive kao što je: dobra stručna praksa u zaštiti bilja, uzgoj otpornih kultivara, karantenske mjere kojima usporavamo dolazak te širenje novih štetočinja, sve agrotehničke mjere, uvođenje pravilne plodosmjene, fizikalne i mehaničke mjere zaštite bilja, biološke mjere suzbijanja štetočinja.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Skladištenje ratarskih proizvoda

Kalinović (1997.) napominje da tijekom čuvanja ili skladištenja pod utjecajem raznih čimbenika dolazi do promjene biokemijskih, fizikalnih i kemijskih procesa u zrnju.

Uz to treba naglasiti, da ratarski proizvodi za vrijeme čuvanja podliježu napadu mikroorganizama, bolesti kukaca, a pri neadekvatnoj organizaciji uskladištenja i napadu ptica i glodavaca. Ovo je još jedan napor kojega treba svladati za što uspješnije uskladištenje proizvoda. (Ritz, 1978.).

Ritz (1978.) zaključuje da činitelji koji imaju utjecaj na skladišteni proizvod mogu biti mehaničkog ili biološkog podrijetla. Mehanički uzroci su: ozljede, lom zrna i rasipavanje, dok su biološki uzroci: disanje, proklijavanje, mikroorganizmi, insekti i grinje, štete od glodavaca, štete od ptica te samozagrijavanje.

Djelovanjem navedenih uzroka mijenja se kakvoća (kvaliteta), ali isto tako u većini slučajeva i kvantiteta skladištenog proizvoda, dakle dolazi do određenih gubitaka. Činitelji ovih gubitaka mogu biti mehaničke ili biološke naravi. Pojedini gubitci su neizbježni, dok neki nastaju kao rezultat nepravilnog skladištenja.

Jedan od neizbježnih mehaničkih uzroka je lom zrna, koji nastaje premještanjem i eleviranjem zrna prilikom skladištenja. Od bioloških gubitaka je neizbježni gubitak disanje, uslijed čega dolazi do smanjenja količine suhe tvari (Kalinović, 1997.).

Nepovoljni uvjeti skladištenja dovode do niza nepoželjnih procesa. Takav jedan, a možda i najznačajniji je samozagrijavanje, s nizom posljedica. Primarni uzrok samozagrijavanja je disanje, koje s jedne strane uvjetuje povećanje temperature zrnate mase, a s tim i dalje povećanje disanja i ostalih biokemijskih procesa u zrnju i sjemenu, što dovodi do smanjenja, a ponekad i potpunog uništenja biološke i tehnološke vrijednosti zrnate mase. Tako

povećanjem temperature za 10 °C u vremenu od 24 sata prouzorkuje da je klijavost zrna poslije četiri dana skladištenja skoro potpuno uništena. (Štrbac, 2002.).

Štrbac (2002.) navodi da vlažnost povećava disanje, čime dolazi do stvaranja povoljnih uvjeta za razvoj mikroorganizama i skladišnih štetnika, koji svojom aktivnošću dalje doprinose samozagrijavanju, do potpune kompromitacije skladištene robe.

Štetnici koje žive u ili na zrnu i sjemenu ubrzavaju samozagrijavanje zrnate mase, na taj način da svojom aktivnošću izdvajaju toplinu i vlagu povećavajući time vlažnost i temperaturu. Zbog otklanjanja opasnosti od samozagrijavanja zrnate mase, tim štetnicima moraju se stvarati takvi uvjeti koji onemogućuju ili barem smanjuju njihovu životnu aktivnost i razmnožavanje na minimum, a to su što niža temperatura i manja vlažnost uskladištene robe.

Na kakvoću (kvalitetu) više utječu biološki nego mehanički činitelji. Uzrok smanjenja kvalitete može biti i mineralna ishrana, posebno ako se na vrijeme ne provede. Na nekim pokusima je ustanovljeno, da nepravilno ishranjena pšenica gubi kvalitetu tijekom 2-3 godine skladištenja. Isto tako utvrđeno je da pšenica gubi svoje sposobnosti kao sjemenska roba kroz 2-4 godine (Kalinović, 1997.).

Kalinović (1997.) napominje da su osnovni zadaci uskladištenja ratarskih kultura i proizvoda:

1. uskladištiti proizvod bez gubitaka kvalitete (kakvoće),
2. uskladištiti proizvod bez gubitka težine ili sa što manjim gubicima,
3. potrebno je povisiti kvalitetu proizvoda,
4. što više smanjiti troškove rada i sredstava po jedinici težine proizvoda.

2.1.1. Zaštita uskladištenih poljoprivrednih proizvoda integriranim pristupom

Korunić (1990.) napominje da danas postoji niz uspješnih mjera zaštite protiv štetnika u skladištima. Kurativne i preventivne metode borbe, integrirane su zbog dobivanja maksimalne zaštite uskladištene robe uz najniže moguće troškove te isto tako i negativne utjecaje na robu i čovjeka. Te mjere su:

- sanitarne mjere,
- niska temperatura (sistemi hlađenja, prozračivanje),
- visoka temperatura (grijanje mlinova),
- sprečavanje zaraze od štetnika,
- kontrola vlage (sušenje zrna),
- prozračivanje radi hlađenja, sušenja te eliminacije kritičnih temperatura,
- atmosferski plinovi (ugljik dioksid, dušik),
- sredstva za zaštitu bilja (kemijski spojevi, prirodni spojevi, inertna prašiva,
- gama zračenje, mikrovalovi, radio i sonarni valovi, infracrvene zrake,
- regulatori rasta kukaca,
- patogeni kukaca,
- feromoni,
- predatori,
- rezistentne sorte biljaka,
- način pakiranja nepropustan za kukce.

Golemi napor u svijetu usmjereni su u pravcu poboljšanja odnosno iznalaženja mjera zaštite koji će sve više uspješno zamjenjivati primjenu još neophodno potrebnih ali otrovnih i opasnih pesticida (Korunić, 1990.).

Korunić (1990.) navodi da pojava otpornosti štetnika na pesticide povećava potrebu za uvođenjem alternativnih metoda zaštite ili metoda bez pesticida. Današnje su glavne metode, koje već nadomještaju ili će postupno i zamjeniti primjenu većine pesticida; hermetička skladišta, grijanje ili hlađenje, upotreba kontrolirane inertne atmosfere, zračenje.

2.2. Skladišni štetnici

Među važnije štetnike ubrajamo pripadnike iz dva reda: Lepidoptera (leptiri) i Coleoptera (kornjaši). Oni mogu prouzročiti velike štete na uskladištenoj zrnatoj robi koje se očituju kroz:

1. gubitak kvalitete proizvoda izgrizanjem zrna,
2. gubitak težine proizvoda prilikom prehrane,
3. izazivanje pojedinih alergija,
4. prenošenje virusa te bakterija na ljude i životinje.

Razvoj tih štetnika odvija se na način da nakon određenog vremena inkubacije iz jajašca se razvije ličinka. Ličinke kornjaša, štetnici u skladištima posjeduju dobro razvijena tri para prsnih nogu. Razvoj ličinki traje ovisno o temperaturi, relativnoj vlazi zraka, sadržaju vode unutar hranjivog supstrata.

Nakon što odrastu, ličinke formiraju kukuljicu odnosno prelaze u stadij mirovanja. Kukuljice leptira te kornjaša izrazito se razlikuju u građi. Ličinke kornjaša formiraju slobodnu kukuljicu, na kojoj se mogu vidjeti dijelovi usnog ustroja, ticala te noge i krila, dok gusjenice formiraju pokrivenu kukuljicu na kojoj se mogu vidjeti samo pojedini dijelovi tijela.

Kalinović i sur. (2012) proveli su istraživanje višegodišnjeg praćenja štetnika u skladišnim objektima Slavonije i Baranje. Tijekom 10 godina faunističkim pregledima uskladištenog kukuruza, pšenice, soje te suncokreta, pokazane su vrste i brojnost štetnih kukaca i grinja. U ječmu su najzastupljenije bile prašne uši - *Liposcelis* spp. (48,21%), zatim grinje - *Acarina* (39,83%). Iz reda Coleoptera, dominirala je vrsta rižin žižak - *Sitophilus oryzae* L. (10,48%). U pšenici su dominirale prašne uši - *Liposcelis* spp. (37,92%), zatim iz reda Coleoptera najzastupljenija je vrsta bila hrđasti brašnar - *Cryptolestes ferrugineus* (Steph.) (23,11%). U kukuruзу najzastupljenije vrsta je bila hrđasti brašnar - *C. ferrugineus* (25,8%), zatim kukuruzni žižak - *Sitophilus zeamais* (Motsch) (23,22%).

Vrste štetnika koje čine značajnije gospodarske štete pripadaju u skupinu primarnih te sekundarnih štetnika. Primarni štetnici čine skupinu kukaca koja je gledajući na broj vrsta najmanja, ali s obzirom na ekonomsku važnost najznačajnija u usporedbi s ostalim skupinama. Primarni štetnici izazivaju oko 90% svih šteta koje nastaju na zrnatim poljoprivrednim proizvodima u skladištima (Korunić, 1990.).

Oni oštećuju potpuno čitava, zdrava zrna žitarica te leguminoze, u kojima se i na kojima se razmnožavaju i razvijaju. Predstavnici ove skupine su žišci – rižin, žitni, kukuruzni, grahov, četverotočkasti, kineski i kavin; trogoderma, žitni kukuljičar, te razni moljci.

Sekundarni štetnici najčešće ne oštećuju zdrava i čitava zrna, no i to zna biti slučaj, osobito kada se skladište žitarice s povećanom vlagom to jest s povećanim brojem oštećenih, ispucanih, lomljenih zrna. Predstavnici ove skupine su brašnari – kestenjasti, mali; *Oryzaephilus* spp., *Cryptolestes* spp.

2.2.1. Rižin žižak (*Sitophilus oryzae* L.)

Rižin žižak dolazi iz reda Coleoptera, te iz porodice Curculionidae. Velike štete čini kukuruzu, pšenici, raži. Rižin žižak (slika 1.) je duljine 2,5–4 mm, crveno-smeđe do crne boje. Na pokrildu ima po dvije široke, nejasno ograničene crvene pjege. Ispod pokrildu posjeduje drugi par krila te može letjeti. Biologija rižinog žiška je vrlo slična onoj pšeničnog žiška. Rižin žižak je štetnik koji zahtjeva za svoj razvoj više temperature nego pšenični žižak.

Optimalna temperatura za razvoj ovog štetnika kod koje je razvoj najbrži a mortalitet najniži jest 24-28 °C. Mortalitet ličinke znatno ovisi o vlazi zrna: kod sadržaja vlage od 14% a temperature od 25,5 °C mortalitet je najmanji - samo 7%, a kod vlage zrna od 10,5% mortalitet je najmanji kod 30 °C, ali čak 76%. Donja temperaturna granica razvoja ličinke je oko 13 °C (Korunić, 1990.).



Slika 1. Rižin žižak (*Sitophilus oryzae* L.)

Izvor: <http://ideko.hr/o-stetnicima/stetni-insekti-u-skladistima/> (8.5.2017.)

Ovaj štetnik je vrlo proširen u nedovoljno adekvatnim građenim građevinama, skladištima, silosima zbog nešto veće osjetljivosti na niže temperature, a žitni žižak dominira u skladištima privatnih proizvođača.

U jednom zrnu može biti više ličinki. One su sposobne hraniti se i u zrnu koje je oštećeno. U našim uvjetima ovaj štetnik ima najviše 3-4 generacije godišnje, ali u zagrijanoj zrnatoj masi i nešto više. Pri temperaturi od -1 °C do -4 °C rižin žižak ugiba za 8 dana, kod -6,5 °C do -9 °C za tri dana. Rezistentnost žiška na hladnoću povećava povećanje vlage zrna. Pri temperaturi od 4,5 °C u žitu koje sadrži 12% vlage ugiba nakon 16 dana, u žitu sa 14% vlage nakon 24 dana, a u žitu sa 17% vlage nakon 30 dana.

Rižinog žiška napada veći broj prirodnih neprijatelja, unutar kojih se ističe grinja *Pyemotes* (*Pediculoides*) *ventricosus* L., kao predator. Između većeg broja parazitnih osica ističe se vrsta *Lariophagus distinguendus* L., koja napada kukuljice i ličinke, te vrsta *Anisopteromalus calandrea* L. te *Choetospila elegans* L. (Korunić, 1990.)

2.3. Primjena inertnih prašiva

Tijelo grinja i kukaca sadrži mnogo vode, većinom 50% i više. Gubitak vode iz tijela kukca priječi voštani sloj na površini tijela iznad kutikule. Prilikom oštećivanja tog sloja kukac gubi vodu te postoji mogućnost uginuća od dehidracije. Sredstva koja izazivaju takvo oštećenje voštanog sloja štetnika nazivamo i inertnim prašivima. (Barčić i Maceljski, 2002.)

Barčić i Maceljski (2002.) navode da inertna prašiva najčešće sadrže amorfne silikate koji apsorbiraju vosak ili pak sadrže čestice oštih rubova koje mehanički oštećuju voštani sloj na kutikuli. U oba slučaja kukac gubi vlagu iz tijela te ugiba zbog dehidracije. Rižin žižak ugiba kad mu u tijelu sadržaj vlage padne ispod 32-34%, a slično se događa i drugim vrstama štetnika uskladištenih poljoprivrednih proizvoda. Inertna prašiva dodaju se uskladištenim žitaricama u dozi 100-1000 g/t. Primjena je moguća zaprašivanjem ili prskanjem. Tretiranjem zrnju smanjuje se hektolitarska težina i dobije mutni izgled, a to priječi jače širenje ovog načina zaštite uskladištenog zrnja žitarica od štetnika.

2.3.1. Podjela inertnih prašiva

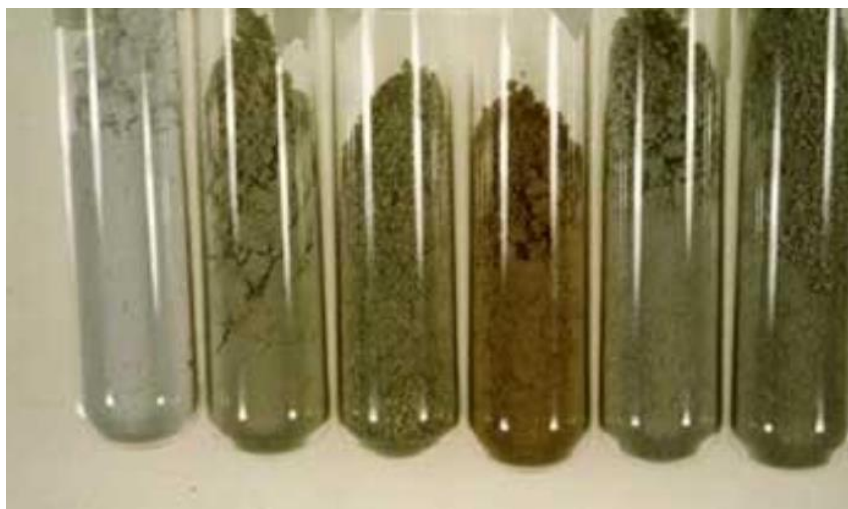
S obzirom na kemijski sastav, djelovanje na kukce, fizikalna svojstva, inertna prašiva su podjeljena u nekoliko grupa. Maceljski i Korunić (1972.) u sklopu znanstvenoistraživačkog projekta „Inertna prašiva kao insekticidi“, podijelili su inertna prašiva na 4 osnovne grupe:

1. prirodni minerali

- silikati (bentonit, pirofilit – aluminijev silikat, talk magnezijev silikat, dijatomejska zemlja (DZ) s više od 80% silicijevog dioksida)
- karbonati (kreda, kalcit – kalcijev karbonat)

2. umjetna prašiva

- silika gelovi
- industrijski međuproizvodi (nastali pranjem šećerne repe kao saturacijski muljevi. Poslije sušenja sadrže više od 80% kalcijevog karbonata, oko 10% organske tvari, magnezija, fosfora, kalija)
- različite organsko-mineralne smjese (stočno brašno, stočna kreda)



Slika 2: Prikaz dijatomejske zemlje

Izvor: <http://www.diacromixpest.eu/wp-content/uploads/2016/07/Inertna-prasiva-prezentacija-Korunic.pdf> (11.5.2017.)

Korunić (2016.) navodi da postoji i novija podjela inertnih prašiva u 4 grupe:

1. grupa sadrži glinu, pepeo ljuske riže, pjesak, drveni pepeo te vulkanski pepeo
2. grupa sadrži različite minerale kao što je dolomit, bakar, oksikloride, magnezit, krute fosfate (rock phosphate), sumpor (ground sulfur), vapno (kalcijum hidroksid), natrijev klorid (sol), kalcijev karbonat
3. grupa sadrži prašiva na bazi sintetskog silicijevog dioksida koja su proizvedena sušenjem vodene otopine natrijevog silikata
4. grupa sadrži prirodni silicijski dioksid (amorfni). U tu grupu se ubraja i zeolit (alkalni metalni aluminijski silikat) koji ima slična fizikalna svojstva kao i dijatomejska zemlja.

2.4. Dijatomejska zemlja

Dijatomejska zemlja (DZ) je geološki depozit kojeg čine fosili jednostaničnih biljnih organizama, dijatoma, najčešće algi. Fosili su sastavljeni skoro pa potpuno od amornog silicijskog dioksida jako malene otrovnosti za sisavce koja je zanemarujuća. U mnogim

zemljama amorfni silicijski dioksid je dozvoljen kao dodatak u ljudskoj i stočnoj hrani (Korunić, 2010.).

2.4.1. Važnost dijatomejske zemlje

Dijatomejska zemlja se može koristiti za zaštitu domaćih životinja od nametnika kao što su buhe kod pasa ili malofaga kod kokoši. Izrazito je insekticidna i za žohare. DZ se može upotrijebiti i u vrtu za zaštitu biljaka od nametnika, ali u tom slučaju će osim nametnika uginuti i korisni kukci. DZ jest najdjelotvornije prirodno prašivo koje se upotrebljava kao insekticid. Dijelovi dijatoma ili dijatomi zalijepe se na tijelo kukca i fizikalnim silama, ponajviše sorpcijom, a ponekad i abrazijom, oštećuju voštani sloj na tijelu koji štiti kukca od gubitka vlage iz njegova tijela. Kukci gube vlagu iz tijela kroz oštećena mjesta te nakon nekog vremena radi isušivanja ugibaju. Isto tako, DZ ima i odbijajuća svojstva za kukce, što također ima pozitivnih utjecaja pri zaštiti uskladištenih proizvoda. (Korunić, 2010.).



Slika 3. Komercijalni pripravak na bazi dijatomejske zemlje

Izvor: <http://www.sveznan.com/zdravlje/dijatomejska-zemlja-kremana-zemlja/> (10.5.2017.)

Korunić (2010.) je proveo istraživanje kako bi istražio dijatomejsku zemlju koja se može aplicirati u nižim djelotvornim dozama jer zbog određenih fizikalnih značajki dijatomejske zemlje i potrebe za uporabom veće mase prašiva za suzbijanje, DZ ima negativan utjecaj na smanjenje sipkosti i mase zrnate robe u određenom volumenu. To je uspjelo razvojem pojačane formulacije dijatomejske zemlje Protect-It® koju je moguće aplicirati u nižim

dozama u usporedbi s dozama većine formulacija dijatomejske zemlje koje se danas upotrebljavaju.

Istraživanja su pokazala da se letalna (smrtna) koncentracija koja ima sposobnost ubijanja 90% populacije kukaca (LD₉₀) kretala od 50 ppm za *Cryptolestes ferrugineus* na pšenici pa sve do 1500 ppm na smeđoj oljuštenoj riži za *Rhyzopertha dominica*.

Prilikom obrade različitih podloga DZ Protect-It[®] insekticidna je za odrasle kukce *Sitophilus oryzae* L., *Rhyzopertha dominica*, *Tribolium castaneum* te *Plodia interpunctella* Huber tijekom 7 dana izloženosti obrađenoj površini pri relativnoj vlazi zraka od 55% te temperaturi od 25 °C.

DZ se već desetljećima upotrebljava radi zaštite zrnate robe prvenstveno zbog toga što je jako sigurna i bezopasna, što ne mijenja kakvoću gotovih proizvoda žitarica, jamči dugotrajnu zaštitu od infestacije insektima, te ovisno o postupku uporabe, usporediva je u troškovima zaštite zrnate robe s ostalim insekticidima.

Korunić (2010.) je proveo istraživanja s dijatomejskom zemljom koja su sprovedena unutar područja zaštite uskladištenih poljoprivrednih proizvoda. Analiza rezultata je pokazala određene pravilnosti s obzirom na osjetljivost kukaca na dijatomejsku zemlju. Redosljed kukaca s obzirom na osjetljivost dijatomejske zemlje na istoj vrsti zrnate robe (na primjer pšenici), počevši od najosjetljivijeg pa do najotpornijeg bio je: *Cryptolestes* spp., *Oryzaephilus surinamensis*, *Sitophilus granarius*, *Sitophilus oryzae*, *Tribolium castaneum*, *Rhyzopertha dominica*, *Prostephanus truncatus*.

Mnoge europske država poput Francuske, Rumunjske, Njemačke, Češke, Španjolske, Italije, i Islanda imaju nalazišta dijatomejske zemlje te ih upotrebljavaju za vlastite potrebe te kao izvozni proizvod za ostale države. U našoj državi su poznata nalazišta dijatomejske zemlje u blizini Vrapča te u Mlini na otoku Braču.

Kukci čine gospodarske štete u zavisnosti s brojnošću njihove populacije. Višu gospodarsku štetu uzrokuje viši stupanj infestacije. Radi toga, glavni cilj svih mjera integriranog suzbijanja štetočinja jest smanjenje gospodarske štete na minimum. Troškovi svakog programa suzbijanja štetočinja moraju dati punu ekonomsku korist pa tako i korištenje dijatomejske zemlje kao sastavnog dijela integrirane zaštite.

Tako na primjer, doze korištenja dijatomejske zemlje, izuzevši općenite doze preporučenih od proizvođača, u svakoj zemlji gdje se koristi dijatomejska zemlja, moraju se odrediti zavisno o robi te lokalnim uvjetima skladištenja s ciljem da se smanji populacija insekata na nivo koji ne uzrokuje gospodarski mjerljivu štetu.

2.5. Primjena botaničkih insekticida

Sintetski insekticidi su tijekom zadnjih nekoliko desetljeća znatno nadmašili primjenu prirodnih insekticida, a ponajviše insekticida dobivenih iz različitih biljaka. Međutim, zbog sve većeg saznanja o njihovom štetnom djelovanju na ljudsko zdravlje i prirodu, uporaba sigurnijih te manje opasnih i otrovnih supstancija i postupaka postaje sve veća potreba.

Korunić i Rozman (2012.) navode da brojni znanstvenici u svijetu, pa tako i u Hrvatskoj, proučavaju potencijalnu pesticidnu aktivnost raznih biljnih izolata. Insekticidi dobiveni iz biljaka, tzv. botanički insekticidi, imaju brojna svojstva poput insekticidne aktivnosti, repelentnosti za pojedine nametnike, utjecaja na rast insekata, toksičnosti za nematode, grinje, puževe i na druge brojne štetočinke u poljoprivredi. Isto tako biljni insekticidi imaju fungicidno, virucidno i baktericidno djelovanje. Otrovnost na brojne organizme je varijabilna, premda u pravilu kao grupa, osim nikotina pa i rotenona, u usporedbi s brojnim drugim grupama pesticida su manje otrovni na toplokrvne organizme.

Korunić i Rozman (2012.) napominju da najznačajniji biljni insekticidi u bliskoj prošlosti pa i danas bili su nikotin, rotenon, sabadila, riania, limonene, nim, kvasija i piretrin. Danas su u široj uporabi u području zaštite bilja, komunalnoj higijeni, javnom zdravstvu i veterini dva biljna insekticida: piretrin i nim (azadiraktin).

U grupu najstarijih biljnih insekticida svrstavaju se piretrini. Piretrini su izolirani iz cvjetova dalmatinskog buhača *Chrysanthemum cinerariifolium* koje rastu u mnogobrojnim područjima svijeta pa tako i u Hrvatskoj, točnije na području Dalmacije.

S obzirom na to da piretrin, ukoliko se koristi prema uputama za uporabu, ima minimalni utjecaj na ljudsko zdravlje te jako dobru djelotvornost na kukce (najprije brza paraliza kukca), piretrin je danas jedini biljni insekticid koje se primjenjuje u zaštiti uskladištenih poljoprivrednih proizvoda. Smrtna (letalna) doza (LD) koja izaziva uginuće 50% testirane populacije štakora iznosi 1500 mg kg^{-1} (https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-id?node=se40.24.180_1127&rgn=div8, 12.05.2017.)



Slika 4: Komercijalni proizvod Piretrin Plus 5

Izvor:

http://www.biotech.si/index.php?p=article&Id_SArt=211&Id_Cat=62&Id_Sbm=60&lang=hr
(11.5.2017.)

Iz nim biljke koja raste pretežito u aridnim tropskim predjelima dobiven je azadiraktin. Nim sadrži mnogobrojne aktivne supstancije koje većinom djeluju na kukce kao regulatori rasta te odbijaju i isto tako smanjuju prehranu kukaca. Azadiraktin je osnovna djelotvorna supstancija koji je učinkovit na oko 200 vrsta kukaca, nematoda i grinja. Danas se na tržištu nalazi nekoliko formulacija kao što su: Agroneem Plus[®], EcoSense[®], Margosan-O[®], Azatrol[®], Neemix[®], BioNeem[®] i još mnogobrojne druge formulacije. Nim se koristi za zaštitu biljaka u vegetaciji te suzbija populacije bijele mušice, gusjenica leptira, tripsa te brojnim ostalim vrstama koje se hrane biljkama.



Slika 5: Komercijalni proizvod BioNeem®

Izvor: <http://www.bioneem.com.br/produtose.html> (13.5.2017.)

Korunić i Rozman (2012.) napominju da je nim isto tako djelotvoran na štetnike uskladištene poljoprivredne robe, ali zbog veoma visoke cijene i visoke koncentracije koje uspješno suzbijaju štetnike nema primjenu u zaštiti uskladištenih proizvoda.

Tijekom 100 sati u vodi ili na svjetlu, razgrađuje se aktivna tvar nim-a (azadiraktin). Smatra se da je azadiraktin manje toksičan za toplokrvne organizme. Letalna (smrtna) doza 50 (LD50) za štakora putem usta iznosi $>5000 \text{ mg kg}^{-1}$.

Korunić i Rozman (2012.) navode da su prednosti primjene biljnih insekticida vrlo značajne, a neke od njih su:

- brza razgradnja – biljni insekticidi se razgrade brzo pod utjecajem sunčevog svjetla, djelovanjem oborina i vlage,
- brzo djelovanje – u pravilu biljni insekticidi izazivaju uginuće kukaca jako brzo ili sprječavaju njihovu ishranu,
- niska toksičnost za toplokrvne organizme – većina biljnih insekticida ima vrlo nisku toksičnost pri unošenju u organizam ingestijom te općenito nisu ili su vrlo malo toksični za toplokrvne organizme,
- selektivnost – radi svoje relativno kratkotrajne djelotvornosti, mnogo biljnih insekticida je znatno manje štetno za korisne organizme u usporedbi s mnogobrojnim sintetskim insekticidima,
- minimalni utjecaj na biljke – nisu štetni za biljke kada se primjenjuju sukladno uputama.

Biljni insekticidi kao i svaka druga grupa insekticida imaju određene nedostatke, kao što su:

- brza razgradnja – premda je povoljna s gledišta zaštite okoliša i zdravlja ljudi, često traži njihovu češću uporabu,
- toksičnost – rotenon i nikotin su toksični za ljude i ribe,
- cijena – skuplji su od sintetskih insekticida,
- nedostatak podataka o dugotrajnoj djelotvornosti.

Rozman i Kalinović (2000.) proveli su istraživanje o insekticidnoj aktivnosti preparata biljnog podrijetla u kontroli skladišnih štetnika. Rezultati ispitivanja aromatičnog bilja na području Hrvatske (*Origanum vulgare* L., *Lavandula officinalis* Ch., *Laurus nobilis* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Thymus vulgaris* L. – eterična ulja i prah) u kontroli grahovog žiška (*Acanthoscelides obtectus*) i pšeničnog žiška (*Sitophilus granarius* L.) pokazali su insekticidnu djelotvornost.

3. MATERIJAL I METODE RADA

3.1. Materijal rada

Istraživanje ovog diplomskog rada provedeno je u sklopu znanstveno istraživačkog projekta pod naslovom „Razvoj formulacija novih prirodnih insekticida na osnovi inertnih prašiva i botaničkih insekticida te njihovih kombinacija kao zamjena za sintetske konvencionalne insekticide“ (IP-11-2013-5570) odobren i financiran od strane Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ). Znanstveno istraživački tim projekta je laboratorijski razvio nekoliko formulacija od kojih se dvije formulacije F1H i F2H testiraju u poljskim pokusima i uspoređuju sa komercijalnom DZ Celatom® Mn51 i kontrolom bez tretmana.

Odabir formulacija F1H i F2H baziran je na nekoliko čimbenika:

1. Komponente su većinom hrvatskog i prirodnog porijekla,
2. Jeftina i jednostavna priprema,
3. Jeftina i jednostavna aparatura za pripremu komponenti,
4. Mogućnost dobrog miješanja komponenti zbog dobivanja formulacije s gotovo idealnim rasporedom čestica komponenti u formulaciji,
5. Mogućnost jednostavne primjene formulacija.

Tablica 1. Sastav formulacija F1H i F2H, te DZ Celatom®Mn51

F1H	%	F2H	%	Celatom®Mn51	%
PDK	25	PDK	25	Amorfni silika gel	73,6
Sipernat® 50S	47	Sipernat® 50S	48	Al ₂ O ₃	7,8
Lavandin eterično ulje	2	Lavandin eterično ulje	2	CaO	5,6
Kvasac	3	Kvasac	3	Ostali oksidi	13
Lovor list	20	Lovor list	15		
Kukuruzno ulje	3	Kukuruzno ulje	3		
		Piretrin 50%	4		

3.2. Metode rada

U istraživanju je testiran kukac rižin žižak *Sitophilus oryzae* L. Kao uzgojne podloge za rižinog žižka korišteni su kukuruz i pšenica. *S. oryzae* se uzgajao u kontroliranim uvjetima na 25 ± 1 °C i RVZ $60 \pm 10\%$ u Laboratoriju za posliježetvene tehnologije pri Katedri za uskladištenje i tehnologiju ratarskih proizvoda na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku.

Prosijani, očišćeni kukuruz i pšenica kondicionirani su na 13% vlage, te su smješteni u zatvorene plastične posude na temperaturi od 25°C tijekom dva tjedna. Svaka posuda od 10 kg zrna tretirana je s jednom formulacijom u različitim dozama, osim jedne koja je bila ne tretirana zbog kontrole. Korištene su slijedeće doze pojedinog prašiva: kukuruz je tretiran s formulacijom F1H u dozama 400, 500 i 600 ppm; formulacijom F2H u dozama 200, 250 i 300 ppm, te DZ Mn 51 u dozama 400, 500 i 600 ppm. Pšenica je tretirana s formulacijom F1H u dozama 300, 400 i 500 ppm; formulacijom F2H u dozama 100, 150 i 200 ppm, te DZ Mn 51 u dozama 300, 400 i 500 ppm. Nakon aplikacije formulacija na pšenicu odnosno kukuruz, svaka posuda s pripadajućom dozom je promiješana električnom miješalicom kako bi se prašivo ravnomjerno rasporedilo po zrnu. Nakon što se prašivo sleglo, u svaku posudu je dodano po 200 jedinki test kukaca starosti od 7 do 21 dan, pomiješanog spola.



Slika 6. Odvaga uzorka 10 kg zrna kukuruza

Izvor: Original

Posude su nakon tretmana čuvane u uvjetima sličnim stvarnim uvjetima nekog skladišnog prostora. Uzorci su pregledavani nakon 7, 30 i 60 dana na način da je iz svake posude s 10 kg zrna kukuruza odnosno pšenice, četiri puta sandom uzorkovano po 100 g poduzorka što je predstavljalo četiri ponavljanja svakog tretmana (Slika 7.). U laboratoriju su se iz svakog poduzorka pregledavali živi odnosno uginuli kukci, koji su bili evidentirani te uklonjeni iz poduzorka. Prilikom svakog uzorkovanja sandom, bilježeni su skladišni uvjeti; relativna vlaga zraka i temperatura.



Slika 7. Izuzimanje poduzoraka 100 g zrna kukuruza pomoću sonde

Izvor: Original

4. REZULTATI

Tijekom provedbe poljskog pokusa praćeni su skladišni uvjeti. Tako je u razdoblju od postavljanja pokusa do 60 dana izloženosti zabilježen blagi porast temperature zraka, kao i relativne vlage zraka unutar skladišnog prostora. Nakon 7 dana, temperatura zraka je iznosila 18,5°C, a 55% rvz, nakon 30 dana 21°C i 75% i nakon 60 dana 22°C i 75% rvz.

Rezultati poljskog pokusa na pšenici i kukuruzu tijekom kojega je u razdoblju od 60 dana praćena insekticidna djelotvornost testiranih formulacija F1H i F2H, te dijatomejske zemlje Celatom® Mn51 protiv rižinog žiška *S. oryzae*, prikazani su u Tablicama 1. i 2.

U pokusu s kukuruzom nakon 60 dana zabilježen je općenito vrlo nizak mortalitet jedinki *S. oryzae*, a mortalitet je uočen samo u tretmanima s formulacijom F2H pri dozama 200 i 250 ppm ostvarivši mortalitet od tek 0,37%, odnosno 0,25%, te u tretmanu s DZ Celatom® Mn51 pri dozi od 500 ppm s mortalitetom od 0,12%.

Za razliku od pokusa s kukuruzom, u pokusu s pšenicom zabilježeno je jače insekticidno djelovanje testiranih formulacija i DZ na *S. oryzae*. Međutim, vrijednosti mortaliteta su bili preniski da bi se govorilo o uspješnom suzbijanju *S. oryzae*, ipak razlika u vrijednostima mortaliteta nakon 60 dana između pojedinih formulacija i DZ, ukazuje na njihovu jaču ili slabiju insekticidnost. Naime, najučinkovitijom se pokazala formulacija F2H ostvarivši mortalitet od 7,12%, 8,0% i 6,62% pri dozama od 100 ppm, 150 ppm, odnosno 200 ppm. Iza nje, po učinkovitosti slijedi formulacija F1H s mortalitetom do 4,37%, 6,25 % i 5,25% pri dozama od 300 ppm, 400 ppm, odnosno 500 ppm, dok se najmanje učinkovitom pokazala DZ Celatom® Mn51 s mortalitetom od 2,25%, 7,0% i 3,37% pri dozama od 300 ppm, 400 ppm, odnosno 500 ppm.

Tablica 2. Rezultati insekticidne djelotvornosti testiranih formulacija i DZ na kukuruзу nakon 7, 30 i 60 dana ekspozicije

Tretman	Doza (ppm)	Ponavljjanje	Ekspozicija (dani)			
			7 d	30 d	60 d	Mortalitet (%) nakon 60 d
			Živi/uginuli	Živi/uginuli	Živi/uginuli	
F1H	400	I	0/0	0/0	0/0	0,0
		II	0/0	0/0	0/0	0,0
		III	0/0	0/0	0/0	0,0
		IV	0/0	0/0	0/0	0,0
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				0,0
	500	I	0/0	0/0	0/0	0,0
		II	0/0	0/0	0/0	0,0
		III	0/0	0/0	0/0	0,0
		IV	0/0	0/0	0/0	0,0
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				0,0
	600	I	0/0	0/0	0/0	0,0
		II	0/0	0/0	0/0	0,0
		III	0/0	0/0	0/0	0,0
		IV	0/0	0/0	0/0	0,0
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				0,0
F2H	200	I	0/1	0/3	0/3	1,5
		II	0/0	0/0	0/0	0,0
		III	0/0	0/0	0/0	0,0
		IV	0/0	0/0	0/0	0,0
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				0,37
	250	I	0/0	0/0	0/0	0,0
		II	0/0	0/0	0/0	0,0
		III	0/1	0/2	0/2	1,0
		IV	0/0	0/0	0/0	0,0
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				0,25
	300	I	0/0	0/0	0/0	0,0
		II	0/0	0/0	0/0	0,0

		III	0/0	0/0	0/0	0,0
		IV	0/0	0/0	0/0	0,0
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				0,0
Celatom® Mn51	400	I	0/0	0/0	0/0	0,0
		II	0/0	0/0	0/0	0,0
		III	0/0	0/0	0/0	0,0
		IV	0/0	0/0	0/0	0,0
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				0,0
	500	I	0/0	0/0	0/0	0,0
		II	0/0	0/0	0/0	0,0
		III	0/0	0/0	0/1	0,5
		IV	0/0	0/0	0/0	0,0
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				0,12
	600	I	0/0	0/0	0/0	0,0
		II	0/0	0/0	0/0	0,0
		III	0/0	0/0	0/0	0,0
		IV	0/0	0/0	0/0	0,0
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				0,0
Kontrola Ø	0	I	0/0	0/0	0/0	0,0
		II	0/0	0/0	0/0	0,0
		III	0/0	0/0	0/0	0,0
		IV	0/0	0/0	0/0	0,0
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				0,0

Tablica 3. Rezultati insekticidne djelotvornosti testiranih formulacija i DZ na pšenici nakon 7, 30 i 60 dana ekspozicije

Tretman	Doza (ppm)	Ponavljjanje	Ekspozicija (dani)			
			7 d	30 d	60 d	Mortalitet (%)
			Živi/uginuli	Živi/uginuli	Živi/uginuli	nakon 60 d
F1H	300	I	0/0	0/3	0/5	2,5
		II	0/3	0/6	0/6	3,0
		III	0/3	0/7	0/8	4,0
		IV	0/5	0/13	0/16	8,0
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				4,37
	400	I	0/5	0/11	0/14	7,0
		II	0/4	0/11	0/15	7,5
		III	0/5	0/14	0/16	8,0
		IV	0/1	0/3	0/5	2,5
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				6,25
	500	I	0/2	0/7	0/11	5,5
		II	0/1	0/3	0/6	3,0
		III	0/6	0/13	0/17	8,5
		IV	0/1	0/3	0/8	4,0
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				5,25
F2H	100	I	0/4	0/11	0/13	6,5
		II	0/3	0/12	0/18	9,0
		III	0/2	0/4	0/6	3,0
		IV	0/7	0/17	0/20	10,0
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				7,12
	150	I	0/7	0/16	0/19	9,5
		II	0/2	0/5	0/6	3,0
		III	0/2	0/5	0/11	5,5
		IV	0/9	0/23	0/28	14,0
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				8,0
	200	I	0/1	0/6	0/7	3,5
		II	0/1	0/6	0/8	4,0

		III	0/6	0/16	0/25	12,5
		IV	0/3	0/8	0/12	6,5
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				6,62
Celatom® Mn51	300	I	0/2	0/6	0/8	4,0
		II	0/1	0/1	0/1	0,5
		III	0/1	0/2	0/2	1,0
		IV	0/2	0/7	0/7	3,5
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				2,25
	400	I	0/3	0/10	0/12	6,0
		II	0/2	0/8	0/13	6,5
		III	0/3	0/13	0/14	7,0
		IV	0/3	0/10	0/17	8,5
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				7,0
	500	I	0/2	0/6	0/7	3,5
		II	0/1	0/4	0/5	2,5
		III	0/5	0/12	0/12	6,0
		IV	0/1	0/3	0/3	1,5
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				3,37
Kontrola Ø	0	I	2/0	8/2	8/4	2,0
		II	1/0	5/1	5/1	0,5
		III	2/0	9/1	9/3	1,5
		IV	0/0	6/0	6/0	0,0
		Prosječni mortalitet nakon 60 dana				1,0

5. RASPRAVA

Razlog boljoj učinkovitosti formulacija u odnosu na učinkovitost DZ vjerojatno leži u poboljšanom sastavu, odnosno dodatkom drugih tvari, pored već postojećeg inertnog prašiva PDK, za koje je dokazano da imaju insekticidno djelovanje (Sipernat® 50S, ulje lavandina, lovor, piretrin). Također, pretpostavlja se da je razlika u sastavu između dviju formulacija ključna za različitu razinu učinkovitosti. Naime, uz jednak udio glavnih komponenti, formulacija F2H za razliku od formulacije F1H, ima u svom sastavu i udio piretrina, koji zasigurno ima značajnu ulogu za insekticidno djelovanje. To je upravo i vidljivo i prema rezultatima, obzirom da je formulacija F2H s dvostruko, odnosno trostruko nižim dozama ostvarila viši mortalitet nego formulacija F1H.

Objе formulacije niti DZ nisu bile učinkovite na kukuruznoj podlozi, iako su na kukuruzu aplicirani s višim dozama nego na podlozi pšenice. Na ovu razliku je utjecao različiti oblik i sastav zrna. Naime, oblik i površina zrna, pokrivenost dlačicama, voštanost, kemijski sastav – udio masti značajno utječu na prijanjanje i zadržavanje prašiva za zrno, te na taj način kukci manje dolaze u direktan kontakt s česticama prašiva prilikom kretanja kroz zrnatu masu ili tijekom hranjenja. Autori Paponja i sur. (2017.) su ukazali ne samo na značajne razlike između različitih vrsta žitarica nego i između različitih sorata iste vrste žitarica na djelotvornost testiranog prašiva Protect-It®. Razliku u djelotvornosti dijetomejske zemlje na tretiranjem različitih vrsta žitarica navodi i Korunić (2010.) koji navodi da je najlakše je suzbiti istu vrstu insekta na pšenici, pa na ječmu i zobi, zatim na riži u ljusci, pa na kukuruzu i sirku.

Kako se rezultati ovog istraživanja odnose na procjeni mortaliteta jedinki *S. oryzae* iz nasumično uzetih uzoraka iz posuda s tretiranom pšenicom, odnosno kukuruzom, potrebno je izvršiti pregled svih preostalih jedinki (živih i uginulih) iz posuda kako bi se dobila realna slika o djelotvornosti testiranih formulacija i DZ, na temelju čega bi se mogla odrediti optimalna doza ovisno o podlozi.

6. ZAKLJUČAK

Prema dobivenim rezultatima mortaliteta test kukaca *S. oryzae* na kukuruznoj odnosno pšeničnoj podlozi s formulacijama F1H i F2H, te uspoređujući ih s komercijalnom dijatomejskom zemljom Celatom[®]Mn51 i kontrolom bez tretmana, mogu se donijeti slijedeći zaključci:

- Uspoređujući kukuruznu odnosno pšeničnu podlogu u ovom istraživanju općenito viši mortalitet test kukaca *S. oryzae* postignut je na pšeničnoj podlozi
- Obje testirane formulacije, i F1H i F2H, su imale bolju insekticidnu djelotvornost u odnosu na dijatomejsku zemlju Celatom[®]Mn51
- Formulacija F2H je imala bolju insekticidnu djelotvornost u odnosu na formulaciju F1H
- Potrebno je nastaviti istraživanje kako bi se potencijalna djelotvornost formulacija F1H i F2H mogla točno procijeniti, odnosno kako bi se mogli odrediti optimalna doza i ekspozicija za uspješno suzbijanje rižinog žiška

7. POPIS LITERATURE

1. Barčić, J., Maceljiski, M. (2002.): Ekološki prihvatljiva zaštita bilja od štetnika, Zrinski d.d., Čakovec, 169-171
2. Kalinović, I. (1997.): Skladištenje i osnovi tehnologije ratarskih proizvoda, Interna skripta za studente Poljoprivrednog fakulteta, Biblioteka Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Osijek, 1-15
3. Kalinović, I., Ivezić, M., Rozman, V., Liška, A. (2012.): Višegodišnje praćenje štetnika u skladišnim objektima Slavonije Baranje. Zbornik radova seminara DDD i ZUPP – 24. znanstveno – stručno – edukativni seminar, Split, 299-308.
4. Korunić, Z. (1990.): Štetnici uskladištenih poljoprivrednih proizvoda – biologija, ekologija i suzbijanje. Gospodarski list – novinsko – izdavačko poduzeće, Zagreb, 7-35
5. Korunić, Z. (2010.): Rezultati istraživanja i novine u uporabi dijatomejske zemlje u zaštiti uskladištenih poljoprivrednih proizvoda, Zbornik radova seminara DDD i ZUPP – 22. znanstveno – stručno – edukativni seminar, Pula, 325-327
6. Korunić, Z. (2016.): Inertna prašiva, Zbornik radova seminara DDD i ZUPP – 28. znanstveno – stručno – edukativni seminar, Mošćenička Draga, 247-256.
7. Korunić, Z., Rozman, V. (2012.): Biljni insekticidi, Zbornik radova seminara DDD i ZUPP, 24. znanstveno – stručno – edukativni seminar, Split, 269-307
8. Korunić, Z., Rozman, V., Hamel, D. (2014.): Insekticidni uzročnici rezistentnosti štetnika uskladištenih poljoprivrednih proizvoda i hrane, Zbornik radova seminara DDD i ZUPP – 26. znanstveno – stručno – edukativni seminar, Split, 233-235
9. Liška, A. (2009.): Noviji insekticidi i tehnologije u zaštiti uskladištenih proizvoda, Zbornik radova, Zadar, 301-328
10. Maceljiski, M., Korunic, Z. (1972): The Effectiveness against Stored-Product Insects of Inert Dusts, Insect Pathogens, Temperature and Humidity. Project No.E30- MQ-1. Grant USDA/YU No. FG -YU - 130. Final Report of Institute for Plant Protection. Zagreb, Croatia.
11. Oerke, E.C., Dehne, H.W., Schonbeckm, F., Weber, A. (1994): Crop production and crop protection—estimated losses in major food and cash crops. Elsevier Science, Amsterdam, 808 pp.
12. Paponja, I., Liška, A., Rozman, V., Lucić, P. (2017.): Procjena inertnog prašiva Protect-It® u kontroli žitnog kukuljičara *Rhyzopertha dominica* Fab. na različitim

- sortama pšenice, raži i zobi. Zbornik sažetaka 52. Hrvatski i 12. Međunarodni simpozij agronoma. Dubrovnik, Hrvatska, 12-17.02.2017., 41-42.
13. Ritz, J. (1978.): Osnovi uskladištenja ratarskih proizvoda, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 2-23
14. Rozman, V., Kalinović, I. (2000.): The efficacy of some aromatic plants against stored product insects. Book of abstract XXI International Congress of Entomology, Foz do Iguassu, Brazil, 351.
15. Štrbac, P. (2002.): Štetočine uskladištenih proizvoda i njihova kontrola, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Štamparija „Feljton“, 3-12

Jedinica s Interneta:

1. <http://ideko.hr/o-stetnicima/stetni-insekti-u-skladistima/> (5.6.2017.)
2. [http://www.diacromixpest.eu/wp-content/uploads/2016/07/Inertna-prasiva prezentacija-Korunic.pdf](http://www.diacromixpest.eu/wp-content/uploads/2016/07/Inertna-prasiva-prezentacija-Korunic.pdf) (15.7.2017.)
3. <http://www.poljoprivrednik.org/poljoprivrednik/index.php/poljoprivredneteme/ratars tvo/item/90-berba-skladistenje-i-cuvanje-kukuruza-poslije-berbe> (9.5.2017.)
4. <http://www.sveznan.com/zdravlje/dijatomejska-zemlja-kremena-zemlja/> (7.5.2017.)

8. SAŽETAK

Narušavanjem povoljnih skladišnih uvjeta, zrnata roba je izložena napadu raznih štetočinja koji mogu trajno narušiti kvalitetu uskladištene robe, te nastanka velikih financijskih gubitaka. Za razliku od konvencionalnih pesticida, uporaba biljnih insekticida i inertnih prašiva ne ostavlja štetne posljedice za ljudsko zdravlje i okoliš, osim toga ima produženo djelovanje. Rad opisuje laboratorijsko testiranje insekticidne djelotvornosti formulacija F1H i F2H, na bazi inertnih prašiva i biljnih tvari, u usporedbi s komercijalnom dijatomejskom zemljom Celatom®Mn51 na rižinog žižka *Sitophilus oryzae* (L.) u skladišnim uvjetima na kukuruznoj i pšeničnoj podlozi tijekom 7, 30, 60 dana. Uspoređujući podloge, općenito viši mortalitet test kukaca *S. oryzae* postignut je na pšeničnoj podlozi. Bolju insekticidnu djelotvornost pokazale su formulacije u odnosu na dijatomejsku zemlju Celatom®Mn51. Uspoređujući formulacije, bolju insekticidnu djelotvornost imala je formulacija F2H. Na temelju rezultata pokusa, obje formulacije imaju zadovoljavajuće potencijalno djelovanje na *S. oryzae*. Potrebno je nastaviti procjenu mortaliteta preostalih jedinki žižka u pokusu kako bi se mogla potvrditi njihova djelotvornost i procijeniti optimalna doza.

Ključne riječi: *Sitophilus oryzae* L., inertna prašiva, biljne tvari, dijatomejska zemlja, kukuruz, pšenica

9. SUMMARY

By endangering favourable stored conditions, grain mass is exposed to attacks of various pests which can cause a permanent reduction of stored stock quality, that leads to huge financial losses. Unlike conventional pesticides, the use of botanicals and inert dusts are not harmful to human health and environment, besides they have prolonged activity.

The thesis describes laboratory test of insecticide efficacy of the formulations F1H and F2H inert, based on botanicals and inert dust, in the comparison with commercial diatomaceous earth Celatom[®]Mn51 against rice weevil *S. oryzae* (L.) in storage conditions on two different media, maize and wheat during 7, 30, 60 days. Comparing the media, general higher mortality of *S. oryzae* insects was accomplished on wheat media. Better insecticidal effect showed both formulation in regard to diatomaceous earth Celatom[®]Mn51. Comparing the formulations, better activity had formulation F2H. Based on experiment results, both formulations had satisfactory potential activity against *S. oryzae*. Further assessment of the rest insect individuals in the treatment is necessary in order to verify their activity and to assess the optimal doses.

Key words: *Sitophilus oryzae* L., inert dusts; plant substances, diatomaceous earth, maize, wheat

10. POPIS TABLICA

Red. br.	Naziv	Str.
1.	Sastav formulacija F1H i F2H, te dijatomejske zemlje Celatom®Mn51	16
2.	Rezultati insekticidne djelotvornosti testiranih formulacija i DZ na kukuruzu nakon 7, 30 i 60 dana ekspozicije	21
3.	Tablica 3. Rezultati insekticidne djelotvornosti testiranih formulacija i DZ na pšenici nakon 7, 30 i 60 dana ekspozicije	23

11. POPIS SLIKA

Red. br.	Naziv	Str.
1.	Rižin žižak (<i>Sitophilus oryzae</i> L.)	7
2.	Prikaz dijatomejske zemlje	9
3.	Komercijalni pripravak na bazi dijatomejske zemlje	10
4.	Komercijalni proizvod Piretrin Plus 5	13
5.	Komercijalni proizvod BioNeem®	14
6.	Odvaga uzorka 10 kg zrna kukuruza	18
7.	Izuzimanje poduzoraka 100 g zrna kukuruza pomoću sonde	19

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Sveučilišni diplomski studij, Ekološka poljoprivreda

Diplomski rad

Insekticidna djelotvornost formulacija na bazi inertnih prašiva i biljnih
supstanci na rižinog žižka (*Sitophilus oryzae* L.)

Domagoj Šejatović

Sažetak

Narušavanjem povoljnih skladišnih uvjeta, zrnata roba je izložena napadu raznih štetočinja koji mogu trajno narušiti kvalitetu uskladištene robe, te nastanka velikih financijskih gubitaka. Za razliku od konvencionalnih pesticida, uporaba biljnih insekticida i inertnih prašiva ne ostavlja štetne posljedice za ljudsko zdravlje i okoliš, osim toga ima produženo djelovanje. Rad opisuje laboratorijsko testiranje insekticidne djelotvornosti formulacija F1H i F2H, na bazi inertnih prašiva i biljnih tvari, u usporedbi s komercijalnom dijatomejskom zemljom Celatom®Mn51 na rižinog žižka *Sitophilus oryzae* (L.) u skladišnim uvjetima na kukuruznoj i pšeničnoj podlozi tijekom 7, 30, 60 dana. Uspoređujući podloge, općenito viši mortalitet test kukaca *S. oryzae* postignut je na pšeničnoj podlozi. Bolju insekticidnu djelotvornost pokazale su formulacije u odnosu na dijatomejsku zemlju Celatom®Mn51. Uspoređujući formulacije, bolju insekticidnu djelotvornost imala je formulacija F2H. Na temelju rezultata pokusa, obje formulacije imaju zadovoljavajuće potencijalno djelovanje na *S. oryzae*. Potrebno je nastaviti procjenu mortaliteta preostalih jedinki žižka u pokusu kako bi se mogla potvrditi njihova djelotvornost i procijeniti optimalna doza.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: Prof. dr. sc. Vlatka Rozman

Broj stranica: 33

Broj grafikona i slika: 7

Broj tablica: 2

Broj literaturnih navoda: 14

Broj priloga: 0

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: *Sitophilus oryzae* L., inertna prašiva, biljne tvari, dijatomejska zemlja, kukuruz, pšenica

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Prof. dr. sc. Anita Liška, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Vlatka Rozman, mentor
3. Prof. dr. sc. Renata Baličević, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agriculture
University Graduate Studies, Ecological Agriculture

Graduate thesis

Insecticidal efficacy of formulations based on inert dusts and plant
substances against rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.)

Domagoj Šejatović

Summary

By endangering favourable stored conditions, grain mass is exposed to attacks of various pests which can cause a permanent reduction of stored stock quality, that leads to huge financial losses. Unlike conventional pesticides, the use of botanicals and inert dusts are not harmful to human health and environment, besides they have prolonged activity. The thesis describes laboratory test of insecticide efficacy of the formulations F1H and F2H inert, based on botanicals and inert dust, in the comparison with commercial diatomaceous earth Celatom®Mn51 against rice weevil *S. oryzae* (L.) in storage conditions on two different media, maize and wheat during 7, 30, 60 days. Comparing the media, general higher mortality of *S. oryzae* insects was accomplished on wheat media. Better insecticidal effect showed both formulation in regard to diatomaceous earth Celatom®Mn51. Comparing the formulations, better activity had formulation F2H. Based on experiment results, both formulations had satisfactory potential activity against *S. oryzae*. Further assessment of the rest insect individuals in the treatment is necessary in order to verify their activity and to assess the optimal doses.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: PhD Vlatka Rozman, Full Professor

Number of pages: 33

Number of figures: 7

Number of tables: 2

Number of references: 14

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

Key words: *Sitophilus oryzae* L., inert dusts; plant substances, diatomaceous earth, maize, wheat

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. PhD Anita Liška, Full Professor, chair
2. PhD Vlatka Rozman, Full Professor, mentor
3. PhD Renata Baličević, Full Professor, member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d.